KAJIAN PENGGUNAAN MEJA GERGAJI TAMBAHAN UNTUK MEMANFAATKAN LIMBAH TEBANGAN MENGGUNAKAN MESIN EXPO-2000

(Study of Using Extra Sawing Table Machine Connected To Expo-2000 for the Utilization of Logging Waste)

Oleh/By:
Wesman Endom¹

¹Pusat Litbang Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Tlp/Fax: 8633378/8633413

Diterima 30 Mei 2007; disetujui 26 Mei 2008

ABSTRACT

Up to now, logging wastes of tusam (*Pinus merkusii*) are either extracted by tending or by clear cutting operation especially brongkol (the lower part of tapped stem). In fact, the utilization of brongkol still low because of many factors and one of them was cost i.e. cost for extraction is higher than selling price. To increase the adding value of Expo-2000, extra sawing table was used. Using sawing machine, logging wastes was processed for plank or, block using the Expo-2000 power.

During the experiment, it has been observed that log diameter varied from 8-38 cm and the length varied from 0.66 to 1.50 m. The average time for sawing log reached 188.7 second or about 3 minutes for each sorting time with diameter 20-30 cm to make board with 3 cm thickness. From this experiment, it was found that more than 55% of brongkol that categorized as waste could be transferred to many end products.

Financial analysis showed that total owning and operating costs was about Rp 35,720/hour, consisted of fixed cost Rp 4,770/hour and variable cost Rp 30,590/hour. Based on waste utilization capability of 1.75 m³/hour, the owning and operating costs was Rp 20,411/m³. Furthermore, wood extraction and processing cost was about Rp 36,200.

Based on wood extraction and processing cost Rp 40.000/m³, the NPV and IRR were about Rp 3,887,479 and 19.59%, respectively.

Key words: Sawing table, ulitization, wood waste, wood value

ABSTRAK

Hingga saat ini limbah tebang hasil dari tebang penjarangan maupun tebang habis jenis kayu tusam, utamanya pada bagian bawah batang yang disadap getahnya yang disebut brongkol, masih tetap melimpah. Rendahnya pemanfaatan terjadi karena berbagai sebab, antara lain harga jual tidak seimbang dengan biaya pemungutannya. Untuk meningkatkan nilai tambah, telah diuji coba pengoperasian meja penggergajian yang digerakkan dengan mesin Expo-2000. Dengan alat ini, limbah tersebut dapat dibuat menjadi berbagai produk seperti kaso, papan, reng, dan bahkan balok, tergantung ukuran bahan.

Selama kegiatan uji coba diketahui bahwa diameter limbah bervariasi dari 8 - 38 cm, dengan panjang 0,66 - 1,5 m. Rata-rata penggergajian dolok memerlukan waktu 188,7 detik atau sekitar 3 menit

untuk sortimen dolok berukuran 1,3 meter dengan diameter 20-30 cm menjadi papan tebal 3 cm. Dengan penggunaan gergaji mesin tersebut hampir 55% lebih dari brongkol yang semula dikategorikan sebagai limbah dapat ditingkatkan nilainya menjadi berbagai produk siap pakai.

Hasil analisis biaya memperlihatkan bahwa biaya pemilikan dan biaya operasi seluruhnya berjumlah Rp 35.720/jam, terdiri dari biaya tetap Rp 4.770/jam dan biaya tak tetap Rp 30.590/jam. Dengan kemampuan mengolah limbah $1,75 \text{ m}^3/\text{jam}$, berarti biaya pemilikan dan penggergajian potongan kayu adalah sebesar Rp 20.411/ m^3 . Selain itu biaya pengeluaran dan pengolahan kayu adalah sebesar Rp 36.200/ m^3 (dibulatkan)-.

Apabila tarif produksi pengeluaran dan pengolahan kayu sebesar Rp 40.000/ m^3 maka nilai NPV dan IRR secara berurutan adalah sebesar Rp 3.887.479 dan 19,59%.

Kata kunci : Meja gergaji, pemanfaatan, limbah kayu, nilai kayu.

I. PENDAHULUAN

Ketika pemanenan atau penjarangan kayu tusam dilakukan, banyak sekali brongkol yaitu bagian dari pangkal batang tusam yang disadap getahnya bergelimpangan di petak tebangan tanpa arahan pemanfaatan yang jelas. Rendahnya tingkat pemanfaatan brongkol terjadi karena beberapa sebab berikut:

- Pemasarannya sulit dan terbatas (akibat cacat bekas sadapan), biaya pengeluarannya mahal sedang harga jual rendah.
- Harga jual brongkol saat ini hanya Rp 90 ribu/ m^3 sehingga dibanding biaya penjualannya, pengeluaran brongkol tidak ekonomis. Adapun harga kayu tusam menurut sumber pemasaran wilayah Bogor tahun 2006 terinci sebagai berikut: 1). Kelas diameter 10-15 cm ; Rp 97.000/ m^3 ; 2). Kelas diameter 16-19 cm Rp 242.000/ m^3 ; 3). Kelas diameter 20-29 cm Rp 424.000/ m^3 ; 4) Kelas diameter 30-39 cm Rp 471.000/ m^3 dan 5). Kelas diameter > 40 cm, Rp 493.000/ m^3

Namun perlu diketahui pula bahwa harga di atas adalah harga kayu dalam bentuk pohon pada tegakan, sehingga masih diperlukan biaya lain-lainnya untuk pengeluaran kayu terdiri dari :

- Biaya diferensiasi, besarnya berkisar antara 20-50% dari biaya kayu per meter kubik di hutan. Biaya ini adalah merupakan besaran toleransi yang akan disepakati antara Perum Perhutani dengan pembeli.
- Biaya TBA yakni biaya tebang, pembagian batang dan pengangkutan ke tempat pengumpulan. Biaya ini ditetapkan besarnya Rp 120.000/ m^3 .
- Biaya pembebanan PPN sebesar 10%.

Berdasarkan penetapan harga dasar dolok di atas, ditambah dengan tiga komponen biaya tambahan lainnya yang tergantung pada hasil negosiasi yang dipengaruhi oleh keadaan lokasi (tingkat kesulitan), ukuran kayu dan ketersediaan jalan untuk kemudahan dalam mengeluarkannya, maka harga dolok hingga di pinggir jalan angkutan dapat mencapai Rp 700 ribu - Rp 950 ribu/ m^3 . Jumlah ini tentu sangat tidak berimbang dengan harga jual brongkol yang hanya laku sebesar Rp 90.000/ m^3 . Oleh sebab itu tidak mengherankan mengapa brongkol banyak dibiarkan begitu saja bergeletakan di tempat tebangan.

Dari uraian di atas seyogyanya dipandang perlu adanya upaya terobosan untuk meningkatkan nilai tambah brongkol atau limbah tebangan lainnya, dengan cara

memanfaatkannya melalui pengolahan kayu di tempat. Untuk itu, dicoba dibangun alat meja penggergajian yang digerakkan dengan mesin Expo-2000. Limbah-limbah itu nantinya tidak sekedar hanya untuk menjadi bahan kayu bakar atau dibiarkan busuk begitu saja, tetapi dapat dibuat menjadi balok, papan, kaso, reng, bahan kayu glulam, *flooring block* atau bahan kayu lapis, tergantung ukuran bahan.

Dengan tersedianya alat tambahan ini, diharapkan nilai dan manfaat kayu serta kesempatan kerja dapat meningkat, sementara bahan-bahan dari sisa penggergajian, misal berupa sebetan, kulit kayu dan serbuk gergaji mungkin dapat digunakan sebagai bahan pembuatan arang.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui fungsi dan kinerja meja penggergajian untuk mengolah limbah kayu brongkol atau limbah lainnya. Adapun sasaran penelitian adalah tersedianya informasi dan teknologi Expo-2000 yang dilengkapi meja penggergajian kayu untuk mengolah limbah penebangan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September - Oktober 2006 di kawasan hutan Perum Perhutani wilayah RPH Cikarae, BKPH Cikawung, KPH Sukabumi, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Lokasi uji coba berada pada jarak 30 m dari pinggir jalan hutan.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan solar dan oli serta *tally sheet* untuk pencatatan data. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian adalah kamera, *stop watch*, meteran, wahana pengangkut dan Expo-2000 serta meja penggergajian kayu, dan seperangkat kunci dan alat bantu lain.

C. Prosedur Kerja

1. Lakukan penempatan meja penggergajian dolok sedemikian rupa pada posisi yang dapat terhubung dengan penggerak Expo-2000 sehingga dapat digunakan untuk mengolah limbah dengan aman, nyaman dan lancar.
2. Pasang gergaji bulat berukuran diameter 40 cm di bagian atas dan bawah.
3. Pasang kaki penyangga meja penggergajian sehingga ke dua roda tergantung bebas.
4. Atur posisi butir 3 agar ukuran belahan kayu pada ukuran tetap
5. Siapkan empat orang petugas terdiri dari satu operator mesin, satu pendorong dan satu penarik dolok yang digergaji, dan satu orang lagi yang siap memberi cairan agar bilah gergaji tetap dingin
6. Catat waktu pemrosesan dari setiap potong dolok dalam satuan detik
7. Ukur setiap hasil pembelahan ukuran produk serta timbang hasilnya. Penimbangan dilakukan di kantor Pusat Litbang Hasil Hutan.

D. Pengolahan Data

1. Menghitung volume kayu

$$V = 0,25 \times 3,14 (D_p + D_u)^2 / 2 \times L \dots\dots\dots (1)$$

di mana V = Volume kayu (m³); D_p = Diameter pangkal (cm);

D_u = Diameter ujung (cm) dan L = Panjang (m)

2. Menghitung produktivitas penggergajianan setiap dolok.

$$\text{Produktivitas olahan} = PK = \frac{V}{W} \dots\dots\dots (2)$$

di mana PK = Produktivitas kerja (m³/menit); V = Volume dolok (m³);

W = Waktu kerja efektif (menit).

3. Analisis biaya dengan mempergunakan rumus-rumus dari Anonim (1974)

- a. Biaya penyusutan (B_p)

$$B_p = \frac{M - R}{N \times T} \dots\dots\dots (3)$$

di mana B_p = penyusutan (Rp/jam); M = investasi alat (Rp); R = nilai alat bekas atau 10% dari harga baru (Rp); N = umur pakai alat (tahun) dan T = waktu kerja alat (jam/tahun)

- b. Bunga modal (B_m)

$$B_m = \frac{\{(M-R)(N+1) + R\} \times 0,0p}{2t} \dots\dots\dots (4)$$

di mana B_m = bunga modal (Rp/jam); p = suku bunga per tahun (% per tahun) dan t = waktu kerja alat (1000 jam/tahun)

- c. Biaya penyusutan (B_p)

$$B_p = \frac{\text{Harga alat (Rp)} \times 0,9}{\text{Umur pakai alat (jam)}} \dots\dots\dots (3)$$

- d. Biaya bunga modal (B_m)

$$B_m = \frac{\text{Harga alat (Rp)} \times 0,6 \times 0,18}{1000 \text{ jam}} \dots\dots\dots (4)$$

- e. Biaya pajak (B_{pj})

$$B_{pj} = \frac{\text{Harga alat (Rp)} \times 0,6 \times 0,02}{1.000 \text{ jam}} \dots\dots\dots (5)$$

f. Biaya asuransi (B.as)

$$B.as = \frac{\text{Harga alat (Rp)} \times 0,6 \times 0,03}{1000 \text{ Jam}} \dots\dots\dots (6)$$

g. Biaya perawatan (Bpr)

$$Bpr = \frac{\text{Harga alat (Rp)} \times 0,1}{1.000 \text{ jam}} \dots\dots\dots (7)$$

h. Biaya bahan bakar (Bb)

$$Bb = \text{Penggunaan (liter/jam)} \times \text{harga bahan bakar per liter (Rp/lt)} \dots\dots\dots (8)$$

i. Biaya oli dan pelumas (Bo)

$$Bo \text{ (Rp/jam)} = \frac{\text{Harga alat (Rp)} \times 0.005}{1000 \text{ jam.}} \dots\dots\dots (9)$$

j. Biaya operator (B.op)

$$B.op \text{ (Rp/jam)} = \frac{\text{Gaji (Rp/bulan)}}{(20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam/hari})/\text{bulan.}} \dots\dots\dots (10)$$

k. Biaya tenaga pembantu (Btp) (Rp/jam) =
$$\frac{\text{Rp 35.000/hari}}{\text{jam/hari}} \dots\dots\dots (9)$$

l. Biaya pengeluaran kayu (B.ekt)

$$B.ekt = \frac{Bp + Bm + Bpm + Bbm + Bo + Bop + Btp}{PK} \dots\dots\dots (11)$$

di mana B.ekt = biaya pengeluaran kayu (Rp/m³) ; Bp = biaya penyusutan alat (Rp/jam); Bm = biaya modal (Rp/jam); Bpr = biaya perawatan alat (Rp/jam) ; Bbm= biaya bahan bakar (Rp/jam); Bo = biaya oli (Rp/jam); Bop = biaya operator (Rp/jam), Btp = biaya tenaga pembantu (Rp/jam) dan PK = produktivitas kerja (m³/jam).

m. Biaya pembelahan dan pemanfaatan kayu (Bbky)

$$Bbky = \frac{B(pp) + Bpky}{PK} \dots\dots\dots (12)$$

di mana B(pp) = biaya pemilikan dan pengeluaran kayu (Rp/jam) , B pky = biaya pemilikan dan pengoperasian meja gergaji (Rp/jam).

Selain itu dianalisis kelayakan finansial berdasarkan nilai IRR dan NPV.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bahan Uji Coba

Bahan olahan yang dipakai dalam penelitian ini ialah limbah tebang penjarangan termasuk batang bagian bawah jenis pohon tusam (brongkol) berdiameter 8 - 36 cm dengan panjang antara 0,60 - 3,5 m yang diambil dari petak tebangan dengan sistem kabel layang menggunakan mesin Expo-2000.

Pada saat uji coba berlangsung, tegakan hutan yang menjadi sumber bahan baku uji coba berasal dari tegakan yang telah berumur 20 tahunan. Tegakan ini hampir seluruhnya telah dan masih disadap getahnya, dan pada saat penjarangan dilakukan, sortimen kayu yang diambil oleh Perum Perhutani hanya berupa dolok yang dikategorikan sebagai kayu pertukangan, yaitu berupa potongan batang yang mulus berdiameter >10 cm ke atas dan panjang 120 cm. Selebihnya, sekalipun dolok bekas sadapan atau brongkol ini (under stem) mencapai diameter 46 cm dan panjang terkadang mencapai 2,5-3 m, namun karena batangnya dikategorikan cacat akibat sadapan, maka dolok itu kemudian dikategorikan sebagai limbah.

B. Kondisi Kayu yang Diolah

Brongkol dan limbah batang lain yang dipakai dalam uji coba panjangnya bervariasi antara 50-300 cm. Pada brongkol tersebut, kowakan bekas sadapan getah mencapai kedalaman 2-5 cm dan lebar 10-14 cm, tergantung diameter, tinggi penyadap, posisi pohon, kehati-hatian, ketajaman alat dan kreativitas penyadap. Lebar kowakan sendiri, sesuai malnya berukuran 10 cm, sedangkan tebal sayatan idealnya maksimum 1,2 mm. Jumlah kowakan per pohon bervariasi antara 3-7 buah dan untuk melihat lebih jelas profil dari limbah brongkol kayu pinus dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. (a) Bagian bawah batang (brongkol) yang dikeluarkan dengan sistem kabel layang, (b) tampak brongkol berdiameter cukup besar dan panjang dan (c) seorang pembantu sedang mengikat kembali brongkol yang telah diolah menjadi bahan seperti kaso.

Figure 1. (a) The lower part of stem (brongkol) which was extracted using skyline system, (b) Brongkol of quite large diameter and length and (c) Labor was tightening rafter from brongkol.

C. Kinerja Meja Penggergajian

Prototipe meja penggergajian yang diuji digerakkan menggunakan tenaga mesin diesel dari Expo-2000 dan dari mobil wahana pengangkutnya, seperti terlihat pada Gambar 2 dan 3.

Gambar 2. Mesin Expo-2000 yang dihubungkan dengan meja belah memakai tongkat besi untuk menggerakkan bilah gergaji bulat untuk membuat kaso ukuran pendek

Figure 2. The Expo-2000 connected to sawing table using iron stick for running circle saw for making short rafter.

Gambar 3. Daihatsu Hijet 1.000 sebagai angkutan lokal dapat juga dipakai untuk mengangkut Expo-2000 dan menggerakkan gergaji bulat dengan cara menghubungkan tongkat besi ke roda. Tampak pekerja sedang membuat balok dari limbah brongkol.

Figure 3. Daihatsu Hijet 1000 as local transporter could also carry Expo-2000 for running circle saw by connecting ironstick to the wheel part. Labors were making timber block from brongkol.

Tabel 1. Produksi olahan brongkol dengan meja penggergajian Expo-2000*Table 1. Production of logging waste processing products using circle saw that was connected to Expo 2000*

No	Diameter (cm)	Panjang (Length) (m)	Waktu olah (Processing time) (detik/second)	Hasil olah (Products)	Sisa olah (Waste processing) material
1	12	1.5	129.4	Balok / Beam	Sebetan dan serbuk / Slabs and powder
2	12	1.5	157.04	Papan, kaso / Plank, rafter	ditto
3	38	0.83	187.07	Balok, kaso, reng / Beam / principal rafter, rafter	ditto
4	10	1.0	114.09	Kaso, reng / Principal rafter, rafter	ditto
5	22	1.34	297.3	balok, kaso, papan / Beam, principal rafter, plank	ditto
6	15	0.82	259.9	Kaso, reng / Principal rafter, rafter	ditto
7	9	1.9	142.2	Ditto	ditto
8	8	0.95	62.34	Ditto	ditto
9	22	0.66	259.77	balok, kaso, reng / Beam, principal rafter, rafter	ditto
10	20	0.85	168.89	Ditto	ditto
11	9	1.0	133.08	kasos, reng / Principal rafter, rafter	ditto
12	11	1.28	212.68	Ditto	ditto
13	8	0.8	74.21	Ditto	ditto
14	10	1.28	87.46	Ditto	ditto
15	25	1.32	259.06	Ditto	ditto
16	26	1.5	205.25	papan, kaso, reng / Plank, principal rafter, rafter	ditto
17	24	1.2	124.07	balok, kaso, papan, reng / Beam, principal rafter, plank	ditto
18	14	1.5	126.36	kasos, papan, reng / Principal rafter, plank, rafter	ditto
19	16	1.0	124.14	Ditto	ditto
20	12	1.6	148.25	Kaso / Principal rafter	ditto
21	13	1.7	98.5	Ditto	ditto
22	36	0.8	501.95	Kaso, papan / Principal rafter, plank	ditto
23	32	1.17	466.22	Kaso, papan, reng / Principal rafter, plank, rafter	ditto
Rata ² / Mean	17.6	1.2	188.7		

Dari Gambar 2 dan 3 di atas dapat diketahui bahwa meja belah cukup praktis karena dapat digerakan oleh mesin apa saja sepanjang dapat dihubungkan dengan pemutar yang dipasang pada meja belah tersebut. Dalam uji coba ini mesin yang dipergunakan ada dua yaitu dari roda mobil angkutan lokal Expo-2000 yang dilepas rodanya atau dari diesel yang dipasang pada prototipe Expo-2000. Dari dua percobaan itu dapat diketahui bahwa penggunaan mesin diesel Expo-2000 jauh lebih baik dibanding dengan penggerak yang diambil dari wahana pengangkut Expo-2000, karena lebih stabil, tidak boros dan mudah pengoperasiannya. Oleh karena itu penggunaan tenaga penggerak dari mobil tidak diadakan penelitiannya lebih lanjut. Hasil yang diperoleh dari percobaan ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa potongan limbah dan brongkol yang dicoba diproses untuk dimanfaatkan berdiameter cukup variatif mulai dari 8 cm - 38 cm, dengan panjang 0,66 m - 1.5 m. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk penggergajian itu selama 188,7 detik atau 3 menit lebih sedikit, dengan produk dapat berupa balok, papan, kaso atau reng. Dari hasil pemanfaatan itu hampir 55% (lihat Tabel 2) dari potongan kayu brongkol atau dolok kecil yang semula dikategorikan sebagai limbah dapat ditingkatkan nilainya menjadi berbagai bahan sebagaimana dapat dilihat pada gambar di bawah. Dengan demikian nilainya lebih bertambah tinggi.

Dari Tabel 2 dapat dilihat limbah yang berdiameter kecil ini berasal dari bagian ujung batang utama sedang yang berdiameter besar berasal dari brongkol, sekalipun pada brongkol terkadang masih ada bagian kayu utuhnya.

Dalam penggergajian limbah brongkol, sebelum diolah menjadi bahan tertentu terlebih dahulu dari bagian kayu yang membentuk kowakan diratakan dengan cara membuangnya. Setelah itu baru digergaji yang bila cukup berukuran besar dapat dibuat untuk menjadi balok, kaso atau menjadi papan dan reng, sedang bila batang agak kecil hanya dapat dibuat untuk untuk kaso atau reng.

Dari bahan uji coba yang telah digergaji menjadi berbagai bentuk produk kemudian diikat kembali dan kemudian berdasarkan penimbangan yang dilakukan di Bogor menggunakan timbangan duduk, dapat diketahui bahwa proporsi antara bagian kayu yang dapat dimanfaatkan sekitar 55%, dengan simpangan baku sebesar 0,2 % dan koefisien variasi 21%. Penimbangan brongkol dan hasil penggergajiannya dalam berbagai bentuk produk dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari kajian ini diperoleh arahan bahwa sebenarnya limbah volume pohon yang mungkin masih dapat dimanfaatkan untuk diolah cukup besar, sementara sisa penggergajian yang berupa sebetan, kulit kayu dan serbuk gergaji berkisar antara 3-10%. Dengan demikian dari setiap pohon yang ditebang sebenarnya diharapkan pemanfaatannya dapat mencapai 90-97%, yang berarti jauh lebih tinggi dibanding cara konvensional yang pemanfaatannya masih sekitar 70-80%.

Tabel 2. Proporsi brongkol dan dolok berdiameter kecil yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan konstruksi**Table 2. Proportion of "brongkol" and small diameter log to be used for construction wood**

No	Asal bahan (Source of material)	Diameter (cm)	Panjang (Length) (cm)	Berat bahan limbah, Kg (Weight of waste material, Kg)			Persentase bagian yang termanfaatkan/ (Percentage of utilized) (%)
				Utuh (Original)	Termanfaatkan (Utilitized)	Kayu bakar (Fire wood)	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ujung batang (top of log)	8	92	4,4	2	2,4	0,45
2	Brongkol	26	98	17,2	7,4	9,8	0,43
3	Brongkol	14	120	18	14,5	3,5	0,81
4	Brongkol	12	130	28	12,5	15,5	0,45
5	Brongkol	20	160	38,3	19,4	18,9	0,51
6	Brongkol	16	115	18,8	15,4	3,4	0,82
7	Brongkol	13	133	14,3	5,8	8,5	0,41
8	Brongkol	13	131	18,1	13,8	4,3	0,76
9	Ujung batang / Top of log	10	118	12,2	6,7	5,5	0,55
10	Brongkol	16	91	17,2	11,3	5,9	0,66
11	Ujung batang/Top of log	10	76	5,8	3,9	1,9	0,67
12	Brongkol	18	63	15,9	10,1	5,8	0,64
13	Brongkol	16	118	23	18,2	4,8	0,79
14	Ujung batang/Top of log	11	110	13,3	6,2	7,1	0,47
15	Ujung batang/Top of log	10	127	8,8	2,9	5,9	0,33
16	Ujung batang/Top of log	11	120	7,2	3,5	3,7	0,49
17	Ujung batang/Top of log	10	51	15	4,6	10,4	0,31
18	Brongkol	22	125	48,8	22,8	26	0,47
19	Brongkol	30	90	37,2	19,8	17,4	0,53
	Rata ² /Mean	15	108,8	19,0	10,6	8,5	0,55
	Std	5,9	26,7	11,7	6,5	6,5	0,2
	Se	0,8	1,6	1,1	0,8	0,8	0,1
	CV (%)	39	24	61	61	77	29

Keterangan/Remark: Std = simpangan baku (*stándar deviation*), Se = simpangan baku rata-rata (*stándar error*), CV = koefisien variasi (*Coefficient variation*).

Gambar 4. a) Penimbangan kotor dari brongkol, (b) Penimbangan bahan setelah brongkol diolah, dan (c) hamparan hasil pemanfaatan brongkol.

Figure 4. a) Weighing rough brongkol, (b) Weighing brongkol after processing, (c) sample products from brongkol.

C. Analisis Biaya

Biaya investasi Expo-2000 dengan penambahan meja penggergajian kayu diperhitungkan sebesar Rp 115 juta. Beberapa hal mendasar yang dipakai dalam perhitungan analisis dengan menggunakan Expo-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan komponen perhitungan pada Tabel 3 maka dapat dihitung biaya tetap dan tidak tetap yang disajikan pada Tabel 4.

Dari hasil analisis biaya dapat diketahui dengan memperhitungkan umur pakai alat 5 tahun, biaya pemilikan dan pengoperasian alat seluruhnya berjumlah Rp 80.520/jam terdiri dari biaya tetap sebesar Rp 36.570/jam dan biaya tak tetap sebesar Rp 43.950/jam. Dengan produktivitas kerja rata-rata $5,11 \text{ m}^3$ per jam maka biaya pengeluaran kayu dan penambahan meja penggergajian potongan kayu menjadi sebesar Rp 15.757/ m^3 .

Tabel 3. Komponen dasar perhitungan biaya ekstraksi kayu dengan alat Expo-2000
Table 3. Basic components of logs extraction cost using Expo-2000

No	Uraian/Description	Satuan/Unit	Rp
1	Harga alat / Price of tool	Rp/unit	115.000.000
2	Upah operator / Operator wage	Orang/bulan (Man/month)	1.000.000
3	Upah pembantu operator / Helper wage)	Orang/hari (Man/day)	25.000
4	Hari kerja/ working day	Hari/bulan (Day/month)	20
5	Waktu kerja / Working hour	Jam/hari (Hour/day)	8
6	Waktu kerja alat / Tool working duration	Jam/tahun (Hour/year)	1000
7	Masa pakai alat / Life time duration	Tahun (Year)	5
8	Bunga modal, asuransi dan pajak/ Interest, insurance and tax	%	18
9	Bahan bakar/ Fuel	Liter/jam (litre/ hour)	1
10	Harga bahan bakar/ Fuel price	Rp/ltr	5.000

Tabel 4. Biaya tetap dan tidak tetap pengoperasian meja gergaji yang digerakkan oleh Expo-2000

Table 4. Fix and variable costs of sawing machine operation powered by Expo-2000

No	Jenis biaya (Cost item)	Uraian (Description)	Biaya/Cost (Rp/jam) / (Rp/ hour)
1	Biaya tetap(Fixed cost)	Biaya penyusutan/ (Depreciation cost)	20.700
		Bunga modal (Interest rate)	12.420
		Biaya pajak (Tax cost)	1.380
		Biaya asuransi (Insurance cost)	2.070
	Jumlah- 1/ (Total-1)		36.570
2	Biaya tak tetap (Variable cost)	Operator mesin (machine cost)	9.375
		Upah tenaga kerja pembantu (Labor cost)	17.500
		Biaya bahan bakar (Fuel cost)	5.000
		Biaya oli dan pelumas (Oil and grease cost)	575
		Biaya perawatan (Maintenance cost)	11.500
	Jumlah 2 (Total -2)		43.950
	Jumlah semua (Grand total)		80.520

Bila meja penggergajian potongan kayu limbah dipisahkan secara khusus dan harga alat adalah sebesar Rp 15 juta, maka dengan model perhitungan yang sama biaya pemilikan dan pengoperasian meja penggergajian potongan kayu adalah sebesar Rp 35.720/jam, terdiri dari biaya tetap sebesar Rp 4.770/jam dan biaya tak tetap sebesar Rp 30.590/jam. Dengan perhitungan bahwa waktu penggergajian kurang lebih 10 menit per $0,29 \text{ m}^3$ (termasuk persiapan dan pemindahan kayu) maka volume hasil olahan potongan kayu yang dapat dihasilkan adalah sebanyak $1,75 \text{ m}^3$ /jam. Dengan demikian biaya pemilikan dan penggergajian potongan kayu adalah sebesar Rp 20.411/ m^3 . Berarti biaya pengeluaran kayu brongkol dari tempat tebangan sebesar Rp 15.757/ m^3 dan bila kemudian digergaji dengan biaya sebesar Rp 20.411/ m^3 , maka semua biaya yang diperlukan untuk menarik dari tempat tebangan kemudian diolah di tempat menjadi sebesar Rp 15.757 + Rp 20.411 = Rp 36.168-, dibulatkan menjadi Rp 36.200,-.

Dengan perhitungan biaya penggergajian sebesar Rp 36.200/ m^3 (termasuk pengeluaran kayunya) itu, maka sudah tentu dapat dinilai murah, tidak lain karena biaya untuk pengeluaran kayu cara manual pada medan sulit sudah lebih dari Rp 35.000/ m^3 .hm. Sedangkan biaya pengeluaran kayu hingga ke pinggir jalan angkutan sebagaimana telah disebutkan di atas adalah mencapai Rp 120.000/ m^3 . Berarti penggunaan meja penggergajian bersama dengan alat ekstraksi kayu dari prototipe Expo-2000 cukup ekonomis karena biaya pengeluaran dan penggergajian per satuan relatif murah dibanding harga jual brongkol Rp 90.000/ m^3 . Bila ini akan diterapkan pada skala luas, mempersiapkan tenaga lapangan, utamanya kemahiran untuk pasang bongkar jaringan kabel untuk ekstraksi kayu sangat diperlukan.

Dari hasil uji coba ini dapat dikatakan bahwa daripada limbah dibiarkan berserakan begitu saja di lapangan maka sebaiknya limbah brongkol yang selama ini kurang menarik dapat diekstraksi dan diolah dengan meja penggergajian menggunakan mesin kabel layang Expo-2000, yang ternyata hasilnya cukup menjanjikan. Namun demikian masih ada sejumlah hambatan yang dapat dinilai sebagai permasalahan dalam meningkatkan upaya pemanfaatan dari limbah brongkol tusam yaitu :

- Kayu brongkol cukup berat sehingga sulit untuk diangkat dan dipikul, sekalipun ditangani oleh 2-4 orang. Dengan posisi, situasi yang sulit dan jarak cukup jauh, maka para pekerja bersedia bekerja dengan biaya upah yang rendah.
- Peraturan yang ada masih belum memperkenankan bagi masyarakat untuk dapat mengambilnya, karena perusahaan masih berharap akan ada perusahaan yang mau membelinya.
- Bagian ini memiliki kandungan getah yang tinggi sehingga akan mengalami kesulitan untuk dapat diproses dengan penggergajian biasa.
- Dengan kandungan getah yang tinggi, maka sekalipun dapat dijadikan sebagai kayu bakar ternyata kurang disenangi masyarakat, yaitu karena saat dipakai memasak mengeluarkan jelaga yang tinggi sehingga dapat merusak kesehatan dan lingkungan serta menyebabkan rumah menjadi kotor.
- Belum tersedianya teknologi sederhana yang dapat mengolah limbah-limbah itu dengan harga murah.
- Paradigma dan pemahaman hutan untuk kesejahteraan masyarakat belum terangkat dalam arti yang sesungguhnya.

Di sisi lain pengumpulan brongkol tidaklah mudah karena penerapan sistem kabel layang perlu pengalaman luas karena sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi lapangan, seperti (a) apakah lapangannya datar, menurun, menaik, (b) bagaimana jumlah dan posisi pohon tempat pengikatan kabel, (c) jarak bentang kabel (d) model dan ukuran panjang batang dolok yang akan dikeluarkan, (e) lokasi penempatan alat dan tempat pengumpulan kayu serta (f) kemudahan untuk muat dan pengangkutan alat.

Penguasaan teknologi untuk mengatasi rintangan dan hambatan di atas dinilai penting karena pengalaman memperlihatkan bahwa bila *setting* jaringan kabel kurang tepat maka akan sangat berpengaruh pada tingkat kinerja penggunaan alat. Misalnya kabel sering macet, tali pelepas muatan kayu melilit dan kejeprit dan sebagainya.

Dari hasil analisis biaya diketahui bahwa alat ini dapat dibangun dan kemudian disewakan. Bila biaya sewa dihitung sebagai biaya produksi sebesar Rp 40.000/m³ diperoleh NPV sebesar Rp 3.887.479 dengan IRR 19,59% dan pada biaya sewa untuk memproduksi kayu dengan biaya produksi sebesar Rp 45.000/m³ maka NPV diperoleh sebesar Rp 45.375.243 dengan IRR sebesar 35%. Perhitungan ini diperoleh dengan asumsi ada kenaikan biaya operasi setiap tahun 10% sementara sewa alat naik 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hingga saat ini limbah penjarangan atau tebangan habis dari tegakan tusam yang disadap getahnya (kayu brongkol) belum jelas arah pemanfaatannya. Oleh karena itu bila tidak ada pembeli khusus, pengeluaran brongkol tidak menguntungkan untuk dikeluarkan dari petak terbang.
2. Harga jual brongkol saat ini hanya laku sebesar Rp 90.000/m³ sementara biaya untuk pengeluaran dengan cara manual hingga ke pinggir jalan angkutan mencapai Rp 120.000/m³. Di sisi lain, minat masyarakat untuk memanfaatkan kayu brongkol dinilai rendah, oleh karena asapnya menimbulkan polusi (berjelaga, kotor dan tidak sehat).
3. Rekayasa meja penggergajian kayu yang dipasang sebagai tambahan pada mesin Expo-2000 untuk meningkatkan nilai tambah, memperlihatkan hasil uji coba yang cukup baik.
4. Lamanya waktu penggergajian (termasuk persiapan, jeda pemindahan kayu) adalah sebesar 1,75 m³/jam.
5. Hasil analisis memperlihatkan dengan investasi Expo-2000 berikut tambahan mesin pembelah adalah sebesar Rp 115 juta baru diperoleh biaya pemilikan dan penggergajian kayu termasuk pengeluarannya dari petak terbang sebesar Rp 36.200/m³.
6. Nilai NPV dan IRR yang positif terjadi pada sewa alat untuk memproduksi kayu sebesar Rp 40.000/m³ dengan nilai masing-masing berturut-turut Rp 3.887.479 dan IRR 19,59%. Pada target biaya produksi biaya Rp 45.000/m³ diperoleh NPV sebesar Rp 45.375.243 dan IRR sebesar 35%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1974. Logging and log transport in tropical high forest. FAO Forestry Development Paper. No. 18. Rome.
- Dulsalam dan A. Suzanto. 1997. Efisiensi pengangkutan dan muat bongkar kayu di suatu perusahaan hutan di Kalimantan Tengah. Buletin Penelitian Hasil Hutan 15 (1) : 7 - 17. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Dulsalam 2000. Penelitian perbaikan praktek pemanenan hutan tanaman industri di PT. Inhutani II Pulau Laut. Laporan Kerjasama Penelitian PT Inhutani II dengan Pusat Penelitian Hasil Hutan, Bogor. Tidak diterbitkan.
- Endom, W., S. Tohdjaya dan Y. Sugilar. 2003. Peningkatan produktivitas kerja alat muat-sarad serbaguna Exp-2000 hasil perbaikan. Buletin Penelitian Hasil Hutan 21 (3) : 277-289. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Meek, P. F.E. 1997. Preliminary trial of wood extraction by cable yarding on soft soils. Field Note No 16. Previous Reference Sheet No Cable Yarding -14. Forest Engineering Research Institute of Canada. FERIC. Spaint-Jean, Pointe-Claire, Quebec, Canada.
- Rochmadi dan S. Sastrodimedjo. 1976. Pemungutan kayu (logging plan) hutan *Tusam merkusii* bahan baku pabrik kertas Notog, Jawa Tengah. Perum Perhutani. Jakarta.
- Sutton, A. dan T.R. Sawyer. 1971. Loading and unloading timber lorries. Forest Commission Forest Record. Her Mayesty Stationery Office. London WC1 V6HP.
- Tinambunan, D. 1982. Alat pemuat kayu bulat ke atas truk, Jaban type I. Leaflet Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.